



**STUDI PENENTUAN NILAI KOEFISIEN ABSORBANSI
MOLAR (ϵ) DAN KONSENTRASI PADA LARUTAN $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
MENGUNAKAN SPEKTROMETER DVD DENGAN
SUMBER LAMPU TL**

SKRIPSI

Oleh :
FATCHUL ULUM
115090313111002



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015



REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.ACID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA[illegible]



STUDI PENENTUAN NILAI KOEFISIEN ABSORBANSI MOLAR (ϵ) DAN KONSENTRASI PADA LARUTAN $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ MENGUNAKAN SPEKTROMETER DVD DENGAN SUMBER LAMPU TL

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Fisika

Oleh :

FATCHUL ULUM
115090313111002



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015



REPOSITORY,UB,AC ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA[illegible]

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**Studi Penentuan Nilai Koefisien Absorbansi Molar (ϵ) dan
Konsentrasi Pada Larutan Uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ Menggunakan
Spektrometer DVD dengan Sumber Lampu TL**

Oleh:
Fatchul Ulum
115090313111002

**Telah dipertahankan di depan majelis penguji
pada tanggal.....
Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Gancang Saroja, S.Si, M.T
NIP. 19771118 200501 1 002

Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si
NIP. 19560617 198602 2 001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

Sukir Maryanto, Ph.D
NIP. 197106211998021001



REPOSITORY,UB,ACID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA[illegible]



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fatchul Ulum
NIM : 115090313111002
Jurusan : Fisika
Penulis skripsi berjudul :

**STUDI PENENTUAN NILAI KOEFISIEN ABSORBANSI
MOLAR (ϵ) DAN KONSENTRASI PADA LARUTAN $Pb(NO_3)_2$
MENGUNAKAN SPEKTROMETER DVD DENGAN
SUMBER LAMPU TL**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya tulis adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.
3. Penelitian tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian dosen dengan sumber dana DPP/SPP 2014.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 2015

Yang menyatakan,

Fatchul Ulum
NIM. 115090313111002

STUDI PENENTUAN NILAI KOEFISIEN ABSORBANSI MOLAR (ϵ) DAN KONSENTRASI PADA LARUTAN $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ MENGGUNAKAN SPEKTROMETER DVD DENGAN SUMBER LAMPU TL

ABSTRAK

Spektrometer merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis spektrum. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pola spektrum dari spektrometer DVD dengan sumber cahaya lampu TL, menentukan nilai koefisien absorbansi molar (ϵ) larutan uji dan mengukur konsentrasi larutan uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Metode penelitian berdasarkan penerapan hukum Lambert-Beer dari hasil hubungan pelemahan intensitas spektrum dan konsentrasi larutan, serta penurunan rumus formulasi grafik linieritas yang dihasilkan. Nilai koefisien absorbansi molar terhadap larutan uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang dihasilkan adalah $20417.6 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ dengan nilai kesesuaian referensi sebesar 78.36%. Nilai konsentrasi larutan uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang dihasilkan adalah $0.0144 \times 10^2 \text{ M}$ dengan kesesuaian antara hasil perhitungan dan eksperimen sebesar 95.49%.

Kata kunci: spektrometer DVD, lampu TL, koefisien absorbansi molar, konsentrasi, larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.



REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.ACID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA[illegible]

STUDY OF VALUE DETERMINATION COEFFICIENT MOLAR ABSORBANCE (ϵ) AND CONCENTRATION OF TEST SOLUTION $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ USE A DVD SPECTROMETER WITH SOURCE TL LAMP

ABSTRACT

The spectrometer is a tool used to analyze the spectrum. This study aimed to obtain a spectrum pattern of spectrometer DVD with fluorescent lamp light sources, determine the value of the molar absorbance coefficient (ϵ) test solution and measuring the concentration of the test solutions $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. The research method is based on the application of the law of Lambert-Beer from the weakening of the intensity of the relationship spectrum and concentration of the solution, as well as the derivation formula generated graphic linearity. Molar absorbance coefficient value of the test solution $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ produced was $20417.6 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ with the suitability of the reference value by 78.36%. The concentration of the test solution value $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ produced is $0.0144 \times 10^2 \text{ M}$ with a match between the results of calculations and experiments by 95.49%.

Keywords: DVD spectrometer, fluorescent lamp, molar absorbance coefficient, concentration, solution of $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah...

Segala puji dan syukur saya haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memudahkan segala urusan penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul ‘Studi Penentuan Nilai Koefisien Absorbansi Molar dan Konsentrasi Pada Larutan Uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan Spektrometer DVD Lampu TL’ sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Fisika.

Suksesnya dan selesainya skripsi ini tidak terlepas dari semua pihak yang memberikan bantuan baik secara moril maupun materil, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih tersebut khususnya penulis sampaikan kepada:

- Sukir Maryanto Ph.D., selaku ketua jurusan fisika fakultas MIPA Universitas Brawijaya,
- Gancang Saroja S.Si., MT., dan Dra. Lailatin Nuriyah M.Si yang telah sabar meluangkan waktu untuk berdiskusi, membaca kata demi kata pada skripsi ini dan memberikan saran untuk kebaikan skripsi ini,
- Kedua orang tua, kakak dan adik serta keluarga besar saya atas segala perhatian, doa dan dukungan yang telah diberikan,
- Mauludi Ariesto P., M.Si., Ph.D. yang selalu memberikan saran dan masukan disetiap semester selama masa studi penulis,
- Mas Puji selaku laboran Lab. Fisika Material yang telah membantu dalam pembuatan alat penelitian,
- Seluruh karyawan TU Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya,
- Mas Zulkarnain, Mas Ali, Tito dan Nurulia selaku rekan dalam pengerjaan skripsi, atas kebersamaan dan bantuannya dalam menyelesaikan skripsi ini,
- Rekan-rekan Fisika 2011 dan rekan-rekan Pondok Pesantren Miftahul Huda yang telah memberikan kesan luar biasa dan dukungannya selama empat tahun terakhir,



- Amiruddin yang ditengah kesibukannya masih bisa menyempatkan untuk mengoreksi serta memberikan arahan dalam penulisan skripsi ini,
- Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini

Penulis menyadari masih banyak kekurangan di dalam skripsi ini. Untuk itu kritik dan saran serta diskusi lebih lanjut mengenai penelitian ini, penulis harapkan dapat disampaikan melalui fulum0709@gmail.com. Selebihnya semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di kemudian hari.

Malang, 2015

(penulis)

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	v
Halaman Pernyataan	vii
Abstrak	ix
Abstract	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Gambar	xvii
Daftar Tabel	xix
Daftar Lampiran	xxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Spektrum Cahaya	5
3.2 Spektroskopi	7
3.3 Spektrometer	8
3.3.1 Komponen Spektrometer	9
3.3.2 Sumber Cahaya	10
3.3.3 Prinsip Kerja Spektrometer	12
3.4 Refleksi dan Transmisi Kisi DVD	12
3.5 Pelemahan Intensitas Cahaya	14
3.6 Hukum Lambert-Beer	15
3.7 Metode penentuan konsentrasi larutan uji	16
3.8 Larutan Pb(NO ₃) ₂	18
3.9 Interpretasi spektrum	19

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
---------------------------------------	----



3.2	Alat dan Bahan	21
3.2.1	Alat	21
3.2.2	Bahan	21
3.3	Tahapan Penelitian	21
3.4	Metode Analisis	23
3.4.1	Interpretasi spektrum	23
3.4.2	Analisis pelemahan intensitas	24
3.4.3	Penentuan nilai koefisien absorbansi molar	25
3.4.4	Penentuan nilai konsentrasi larutan uji	25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Data Spektrum	27
4.1.1	Hasil Spektrum	27
4.1.2	Data Pelemahan Intensitas Spektrum	33
4.2	Hasil Nilai Koefisien Absorbansi Molar	35
4.3	Hasil Nilai Konsentrasi Larutan Uji	37

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	41

DAFTAR PUSTAKA	43
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	47
-----------------------	-----------



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses emisi dan absorpsi.....	8
Gambar 2.2	Komponen-komponen spektroskopi atomic.....	10
Gambar 2.3	Komponen lampu TL.....	11
Gambar 2.4	Spektrum referensi lampu TL.....	11
Gambar 2.5	Skema difraksi oleh kisi refleksi.....	12
Gambar 2.6	Skema difraksi oleh kisi transmisi.....	13
Gambar 2.7	Metode Pelemahan intensitas spektrum.....	15
Gambar 2.8	Absorpsi cahaya pada sampel.....	15
Gambar 2.9	Kurva hubungan intensitas transmisi-konsentrasi dan absorbansi-konsentrasi.....	17
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian DVD Spektrometer.....	22
Gambar 3.2	Larutan $Pb(NO_3)_2$ yang diperoleh dalam tabung reaksi.....	23
Gambar 3.3	Grafik linieritas hubungan antara $\log(I_0/I_1)$ dan konsentrasi.....	24
Gambar 4.1	(a) Pola spektrum referensi dan (b) Pola spektrum eksperimen.....	28
Gambar 4.2	(a) Grafik Profile spektrum referensi dan (b) Grafik Spektrum eksperimen.....	29
Gambar 4.3	(a) Pola spektrum konsentrasi 0M dan (b) Pola spektrum konsentrasi 1M.....	30
Gambar 4.4	Spektrum hasil untuk kuvet.....	31
Gambar 4.5	Grafik hubungan profile antara kuvet dan 1M.....	31
Gambar 4.6	Perbandingan profile spektrum untuk semua variasi konsentrasi.....	32
Gambar 4.7	Grafik hubungan konsentrasi dan pelemahan $\log(I_0/I_1)$ pada larutan sampel.....	35
Gambar 4.8	Pola puncak spektrum pada semua variasi konsentrasi.....	36



REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.ACID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA[illegible]



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spektrum gelombang elektromagnetik.....	6
Tabel 2.2 Spektrum Sinar Tampak.....	7
Tabel 4.1 Hasil nilai pelemahan $\log(I_0/I_1)$	34



REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA[illegible]

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spektrum Hasil Penelitian untuk Masing-masing variasi Konsentrasi	48
Lampiran 2. Tabel pergeseran titik pelemahan maksimal pada variasi Konsentrasi	53
Lampiran 3. Perhitungan konsentrasi (molar) pada variasi larutan sampel $Pb(NO_3)_2$	56



REPOSITORY.UB.ACID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA[illegible]



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Marsellina dkk. (2013) menyatakan bahwa gelombang elektromagnetik terdiri dari spektrum gelombang yang dibedakan berdasarkan frekuensi atau panjang gelombang. Karakteristik gelombang sinar adalah panjang gelombang, periode, fase dan amplitudo. Sinar merupakan salah satu jenis gelombang elektromagnetik. Sinar tampak adalah bagian dari spektrum elektromagnetik yang tampak oleh mata manusia dengan range panjang gelombang dari 400 sampai 700 nm.

Berdasarkan aplikasi serta kegunaan yang luas dari gelombang elektromagnetik pada spektrum sinar tampak, maka penelitian-penelitian terkait karakteristik sumber sinar banyak dilakukan. Menurut Kong Man Seng (2011) Spektrometer merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis emisi sinar dengan variasi sumber sinar dengan memanfaatkan sifat sinar seperti absorpsi, refraksi, refleksi, interferensi dan penetrasi. Spektrometer biasanya digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metalloid yang pengukurannya berdasarkan penyerapan sinar dengan panjang gelombang tertentu.

Pemanfaatan dan pengembangan alat spektrometer di Indonesia masih sangat kurang hanya terbatas pada lembaga penelitian dan pendidikan yang memiliki spektrometer yang canggih dan mahal. Dengan kondisi seperti ini, perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk bisa membuat alat spektrometer dengan biaya yang terjangkau (*low cost*) dan bisa diterapkan sesuai dengan fungsinya. Pemanfaatan DVD dan CD menjadi pilihan yang tepat untuk mewujudkan teknologi yang murah. DVD dan CD sangat potensial dalam pengembangan spektrometer yang murah, hal ini dikarenakan adanya *grating* (kisi) di dalam DVD yang memungkinkan terbentuknya hamburan spektrum. Hamburan spektrum didapatkan dari sinar polikromatik yang terkena kisi DVD, kemudian sinar tersebut terdifraksi sehingga menghasilkan sinar monokromatik (Rediansyah, 2011).

Penerapan spektrometer menggunakan kisi DVD telah dilakukan oleh kong man seng (2011) yaitu membuat *low cost web cam spectrometer* yang dapat digunakan untuk mengukur spektrum dari berkas berbagai gas seperti lampu gas halogen, TL, hydrogen dll. Dalam penelitian tersebut Gambar spektrum dianalisis menggunakan program MATLAB dan dibandingkan dengan data literatur. Sedangkan pada penelitian Herfien Rediansyah dkk. (2011) dibuat spektroskopi sederhana menggunakan keping DVD untuk mengkalibrasi spektrum yang terbentuk menggunakan *software* MATLAB. Spektrum warna yang ditangkap sebagai Gambar oleh kamera kemudian dikalibrasi menggunakan data panjang gelombang dari referensi. Hasil percobaan menunjukkan pebedaan nilai dengan referensi sebesar 6.81%. Berdasarkan hasil dari kedua penelitian tersebut, akan dibuat penelitian dengan menggunakan *software* yang berbeda yaitu *Image-J* untuk menganalisis spektrumnya.

Salah satu kegunaan dari spektrometer adalah mengukur nilai koefisien absorpsi molar. Dalam penelitian ini, akan dilakukan studi penentuan nilai koefisien absorpsi molar pada larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Selain itu akan dilakukan pula pengujian untuk menghitung konsentrasi larutan uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana pola spektrum hasil dari spektrometer DVD lampu TL?
- Berapakah hasil pengukuran nilai absorpsi molar (ϵ) larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$?
- Apakah spektrometer DVD dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi larutan sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$?



1.3 Batasan Masalah

- Analisis Spektrum lampu TL Compact (15 watt).
- Menggunakan DVD yang sudah terisi data.
- Menggunakan webcam 2 Mp sebagai detector.
- larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang digunakan memiliki konsentrasi dari 0.1M sampai 1M.
- Pengolahan citra menggunakan *software* Image-J.

1.4 Tujuan Penelitian

- Memperoleh pola spektrum dari spektrometer DVD lampu TL yang dihasilkan.
- Mendapatkan nilai absorbansi molar (ϵ) terhadap larutan uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.
- Mengukur konsentrasi larutan sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ menggunakan spektrometer DVD.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil eksperimen spektrum lampu TL pada DVD spektrometer dengan larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dapat dikembangkan pada analisis kadar unsur polutan Pb di lingkungan.



REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

[illegible]

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Spektrum Cahaya

Dalam ilmu fisika pada abad 17 kata spektrum diperkenalkan ke dalam bidang optika, untuk merujuk pada rentang warna yang teramati ketika sinar putih terdispersi oleh sebuah prisma. Segera istilah tersebut merujuk pada plot intensitas sinar sebagai fungsi dari frekuensi atau panjang gelombang. Istilah spektrum kemudian segera diterapkan untuk gelombang-gelombang lain, seperti gelombang suara dan sekarang diterapkan untuk semua sinyal yang dapat diuraikan kedalam komponen-komponen frekuensi. Menurut Rediansyah (2011) spektrum merupakan kuantum-kuantum radiasi atau partikel-partikel yang dipancarkan ketika atom mengalami transisi energi. Transisi dari tingkat energi yang tinggi ke tingkat energi yang rendah dapat terjadi untuk sistem yang terisolasi, dan semakin besar kebolehjadian transisi spontan ini semakin pendek umur tingkat energi tersebut. Selama transisi spontan tersebut suatu kuantum radiasi atau lebih partikel dipancarkan dengan membawa energi kuantum radiasi sinar yang dipancarkan oleh atom tersebut.

Sinar merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki spektrum warna yang berbeda satu sama lain. Setiap warna dalam spektrum mempunyai energi, frekuensi dan panjang gelombang yang berbeda. Spektrum gelombang optik diperlihatkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Spektrum gelombang elektromagnetik (Triyati, 1985).

Macam sinar	Panjang Gelombang
Sinar X	10 – 100 pkm
Ultra-violet jauh	10 – 200 nm
Ultra-violet dekat	200 – 400 nm
Sinar tampak	400 – 750 nm
Infra-merah dekat	0,75 – 2 μ m
Infra-merah tengah	2,5 – 50 μ m
Infra-merah jauh	50 – 1000 μ m
Gelombang mikro	0,1 – 100 cm
Gelombang radio	1 – 1000 m

Spektrum warna sinar terdiri dari ultraviolet dengan panjang gelombang 200 sampai 400 nm, *visible light* adalah spektrum warna yang dapat dilihat oleh mata dengan panjang gelombang 400 sampai 800 nm yaitu warna violet, hijau dan merah, sedangkan spektrum infrared mulai dari 800 sampai 1600 nm adalah spektrum sinar dengan frekuensi terpendek (Purnama, 2012).

Menurut Marsellina (2013) spektrum sinar tampak adalah bagian dari spektrum elektromagnetik yang tampak oleh mata manusia. Radiasi elektromagnetik dalam rentang panjang gelombang ini disebut sebagai sinar tampak atau cahaya saja. Tidak ada batasan yang tepat dari spektrum optik, mata normal manusia akan dapat menerima panjang gelombang dari 400 sampai 700 nm, meskipun beberapa orang dapat menerima panjang gelombang dari 380 sampai 780 nm (atau dalam frekuensi 790-400 terahertz). Mata yang telah beradaptasi dengan sinar biasanya memiliki sensitivitas maksimum di sekitar 555 nm, di wilayah hijau dari spektrum optik. Warna pencampuran seperti merah muda atau ungu, tidak terdapat dalam



spektrum ini karena warna-warna tersebut hanya akan didapatkan dengan mencampurkan beberapa panjang gelombang. Meskipun spektrum optik adalah spektrum yang kontinyu sehingga tidak ada batas yang jelas antara satu warna dengan warna lainnya, Tabel 2.2 berikut memberikan batas kira-kira untuk warna-warna spektrum.

Tabel 2.2 Spektrum sinar tampak (Marsellina, 2013)

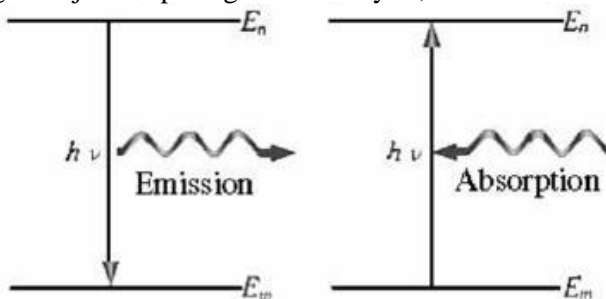
Warna	Panjang gelombang
Ungu	380-450 nm
Biru	450-495 nm
Hijau	495-570 nm
Kuning	570-590 nm
Jingga	590-620 nm
Merah	620-750 nm

2.2 Spektroskopi

Spektroskopi merupakan ilmu yang mempelajari interaksi antara radiasi dan benda sebagai fungsi panjang gelombang. Instrumen yang digunakan disebut spektrometer. Awalnya spektroskopi hanya mengacu pada pendispersian sinar tampak berdasarkan panjang gelombang (misalnya oleh prisma). Untuk selanjutnya konsep ini berkembang untuk menunjuk pada segala bentuk pengukuran kuantitatif sebagai fungsi dari panjang gelombang dan frekuensi, tidak hanya meliputi sinar tampak. Sehingga istilah ini bisa juga mengacu pada interaksi radiasi partikel atau respon terhadap berbagai range frekuensi. Jadi spektroskopi adalah ilmu yang digunakan untuk mempelajari tentang hubungan antara radiasi, energi dan sinar (yang memiliki fungsi panjang gelombang, yang bisa disebut frekuensi) dengan benda (Pelamonia, 2013).

Pada spektroskopi terdapat pemahaman yang penting pada 3 konsep dasar yang terkandung pada sinar, absorpsi dan emisi sinar. Pada hasil observasi, sinar dapat menimbulkan pola interferensi, difraksi dan lain-lain. Hal ini menunjukkan bahwa sinar berperilaku seperti gelombang (Metcalf, 1991).

Level energi dalam sebuah atom adalah terkuantisasi, level energi hanya dapat mempunyai energi tertentu yang terdefiniskan (*well-defined energies*). Konsekuensi pada kondisi ini bahwa foton harus berupa penjumlahan yang pasti pada energi sparsasi diantara level energi terpenuhi (E_m) dan level energi tak terpenuhi (E_n), seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 yitu,



Gambar 2.1 Proses emisi dan absorpsi (<http://www.chem-is-try.org>)

Gelombang pada Gambar 2.1 menunjukkan sebuah foton yang bertubrukan dan diserap oleh sebuah atom dalam keadaan dasarnya atau tingkat yang stabil E_m . Proses ini meliputi sebuah electron yang dipromosikan dari orbital yang terpenuhi ke orbit dengan energi yang lebih tinggi. Sedangkan emisi adalah kebalikan dari proses absorpsi. Sebuah atom dalam level energi tereksitasi dapat kembali ke level energi dasar oleh tambahan emisi energi sebagai foton. Energi foton adalah jumlah dari energi gap ($E_m - E_n$) (Metcalf, 1991).



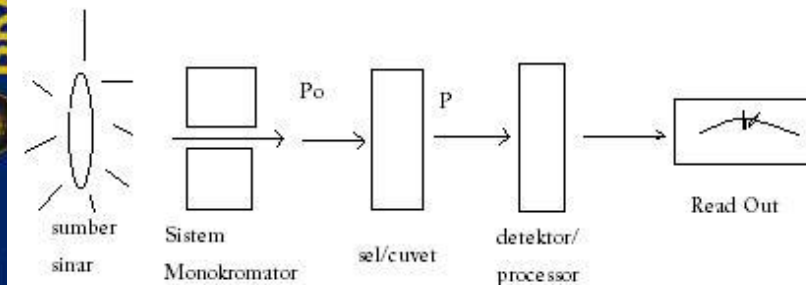
2.3 Spektrometer

Spektrometer adalah alat yang digunakan untuk menganalisis sifat cahaya yang dipancarkan oleh berbagai sumber melalui sifat cahaya seperti penyerapan, refraksi, refleksi, gangguan, dan penetrasi. Penggunaan utama dari spektrometer adalah untuk membagi sinar menjadi komponen panjang gelombang, menghasilkan spektrum, dan biasanya menentukan sifat fisik dan kimia bahan. Ilmu menganalisis spektrum ini dan menafsirkan mereka disebut spektroskopi. Spektroskopi melibatkan analisis sinar pada rentang panjang gelombang seperti panjang gelombang sinar tampak. Menemukan helium dari menganalisis spektrum sinar dipancarkan oleh *chromospheres* surya adalah contoh yang baik menggunakan spektrometer (Seng, 2011).

2.3.1 Komponen Spektrometer

Komponen-komponen penting yang ada pada spektrometer, ada tiga bagian utama pada spektrometer yaitu sumber sinar, atomisasi sel dan sistem deteksi sinar. Menurut Harini (2012), sumber sinar yang digunakan memiliki lebar spektrum sempit dibandingkan dengan transisi atom. Lampu katoda hollow adalah sumber radiasi yang paling umum dalam spektroskopi serapan atom. Lampu katoda hollow berisi gas argon atau neon, silinder katoda logam mengandung logam untuk mengeksitasi sampel. Ketika tegangan yang diberikan pada lampu meningkat, maka ion gas mendapatkan energi yang cukup untuk mengeluarkan atom logam dari katoda. Atom yang tereksitasi akan kembali ke keadaan dasar dan memancarkan sinar sesuai dengan frekuensi karakteristik logam. Lampu katoda berfungsi sebagai sumber sinar untuk memberikan energi sehingga unsur logam yang akan diuji, akan mudah tereksitasi. Selotip ditambahkan, agar tidak ada ruang kosong untuk keluar masuknya gas dari luar dan keluarnya gas dari dalam, karena bila ada gas yang keluar dari dalam dapat menyebabkan keracunan pada lingkungan sekitar. Pada alat ini hanya terdapat lampu katoda untuk unsur logam Cu, Zn dan Pb, karena Analisis yang dilakukan pada sampel yang diajukan hanya berkisar uji Analisis kadar unsur Cu, Zn dan Pb.

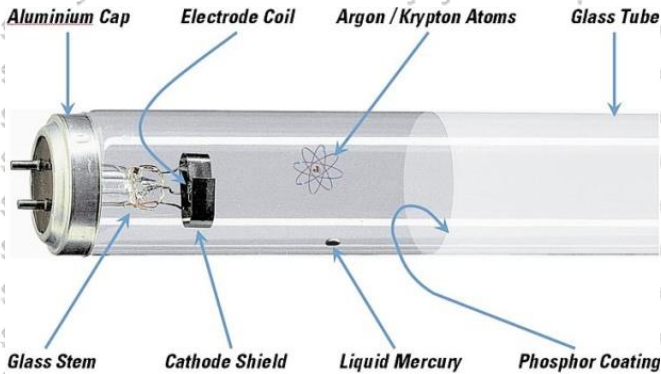
Analisis material dalam spektroskopi atomik umumnya dalam bentuk padat atau larutan dimana elemen yang diinginkan terikat secara kovalen atau ionic pada elemen lain. Untuk mendapatkan bentuk atomisasi pada elemen, kita harus tahu cara memecah ikatannya. Pada sistem deteksi sinar, dalam banyak kasus lebih dari satu panjang gelombang dari radiasi akan teremitasi dari sumber sinar dan atom sel. Sebelum analisis pada emisi atau penyerapan sinar, beberapa bentuk dari monokromator adalah hal yang perlu diperhatikan. Garis spektral yang diinginkan hanya sinar yang diserap atau yang meninggalkan atom sel. Detektor umumnya berupa fotomultiplier karena detektor ini sangat sensitif dan mempunyai respon yang seragam pada sinar melebihi daerah sinar tampak dan UV. Pada sistem pembacaan *output* bisa digunakan *pen recorder* atau *computer* (Metcalf, 1991).



Gambar 2.2 Komponen-komponen spektroskopi atomik.

2.3.2 Sumber Cahaya

Lampu TL (*Fluorescent Lamp*) adalah lampu listrik yang memanfaatkan gas neon dan lapisan *Fluorescent* sebagai pemancar sinar pada saat dialiri arus listrik. Tabung lampu TL ini diisi oleh semacam gas yang pada saat elektrodanya mendapat tegangan tinggi gas ini akan terionisasi sehingga menyebabkan elektron-elektron pada gas tersebut bergerak dan memancarkan lapisan *Fluorescent* pada lapisan tabung lampu TL. Karakteristik Lampu TL (*Fluorescent Lamp*) ini, adalah mampu menghasilkan sinar *output* per watt daya yang digunakan lebih tinggi daripada lampu bolam biasa (*incandescent lamp*) (Anonimous, 2012).



Gambar 2.3 Komponen lampu TL

(<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika>).

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa 32 watt lampu TL akan menghasilkan sinar sebesar 1700 lumens pada jarak 1 meter sedangkan 75 watt lampu bolam biasa (lampu bolam dengan filamen tungsten) menghasilkan 1200 lumens. Perbandingan efisiensi lampu TL dan lampu bolam adalah 53 : 16. Efisiensi disini didefinisikan sebagai intensitas sinar yang dihasilkan dibagi dengan daya listrik yang digunakan (Anonimous, 2012). Lampu TL (*Fluorescent*) sebagai sumber penerangan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan lampu pijar, diantaranya Pada daya yang sama, sinar yang dihasilkan lampu TL lebih terang. Umur lebih panjang jika dipasang pada catu daya yang sesuai dengan ratingnya. Sinar yang dihasilkan lebih lembut (tidak sakit dimata) (Supriono, 2009).

Spektrum yang dihasilkan pada lampu TL (*Fluorescent*) dapat ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut ini



Gambar 2.4 Spektrum referensi lampu TL

(<http://www.starlab.com/pssspectrometers.html>)

Spektrum pada Gambar 2.4 merupakan hasil dari penelitian Rob Brown (2007) dengan menggunakan spektrometer yang sangat

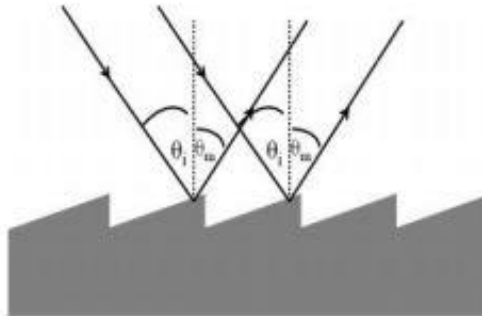
sederhana. Komponen-komponen spektrometernya terdiri dari plastik yang mengandung kisi difraksi, lensa dan kamera B&W sebagai detektor.

2.3.3 Prinsip Kerja Spektrometer

Spektrometer bekerja berdasarkan pada prinsip absorpsi sinar oleh atom. Atom-atom menyerap sinar tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya Spektrometri Serapan Atom (SSA) meliputi absorpsi sinar oleh atom-atom netral unsur logam yang masih berada dalam keadaan dasarnya (*Ground state*). Sinar yang diserap biasanya ialah sinar ultra violet dan sinar tampak. Prinsip SSA pada dasarnya sama seperti absorpsi sinar oleh molekul atau ion senyawa dalam larutan (Boybul,2009).

2.4 Refleksi dan Transmisi Kisi DVD

Skema difraksi oleh kisi refleksi ditunjukkan pada Gambar 2.5 berikut.



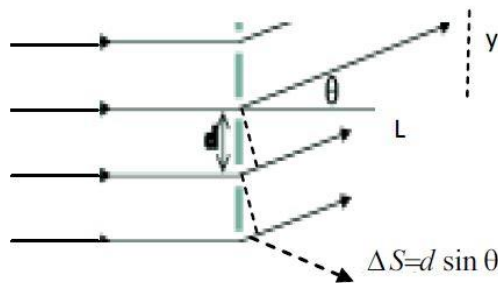
Gambar 2.5 Skema difraksi oleh kisi refleksi
(<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu>)

Menurut Rediansyah (2011), pada jarak antar celah pada kisi DVD (d) yang dikenakan sinar polikromatik dengan panjang gelombang yang diketahui (λ) dan memiliki sudut datang (θ_i) dan sudut sinar terdifraksi (θ_m) pada orde ke- m . Hubungan antara d , λ , θ , θ_m memenuhi persamaan berikut,

$$m\lambda = d(\sin \theta_m - \sin \theta_i) \quad (2.1)$$

Menurut Minarni (2013) kisi difraksi ada dua jenis yaitu kisi difraksi refleksi dan transmisi. Kedua jenis ini dibedakan berdasarkan hasil pola difraksi yang dihasilkan. Pada kisi difraksi refleksi, pola difraksi dihasilkan dari pemantulan sinar datang pada guratan/kisi, sedangkan pada kisi transmisi karena sinar yang diteruskan. Kisi difraksi transmisi dapat berupa sebuah kaca yang diberi guratan, sedangkan kisi difraksi refleksi berupa guratan pada plat logam atau pada DVD.

Kisi difraksi merupakan lapisan tipis yang terdiri dari banyak sekali celah, sehingga jika dilihat dengan mata biasa, celah-celah yang sangat banyak tersebut tidak akan terlihat. Celah-celah pada kisi tersebut memiliki jarak yang sama satu sama lain. Jika sebuah berkas sinar atau sinar melalui sebuah celah kecil pada kisi maka akan terjadi difraksi. Pola difraksi maksimum pada layar akan tampak berupa garis-garis terang atau yang disebut dengan interferensi maksimum yang dihasilkan oleh banyak celah.



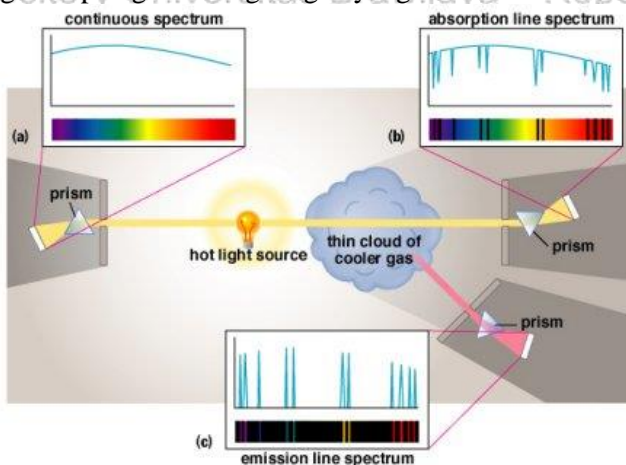
Gambar 2.6 Skema difraksi oleh kisi transmisi (Supliyadi, 2010). Dari percobaan yang dilakukan Supliyadi (2010) bahwa, kisi difraksi sinar pada laser *pointer* dapat menghitung lebar kisi atau konstanta kisi DVD sebesar $(644,39 \pm 7,48)$ nm dengan kesalahan relatif 1,16%, dan lebar kisi CD sebesar $(1467,85 \pm 16,41)$ nm dengan kesalahan relatif 1,12%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kisi difraksi dari DVD lebih rapat dibandingkan kisi difraksi yang berasal dari CD.

2.5 Pelemahan Intensitas Cahaya

Teori gelombang dari sinar menjelaskan banyak gejala optik, seperti pemantulan, pembiasan dan lenturan (difraksi), namun ada hasil-hasil eksperimen seperti efek fotolistrik, yang paling baik ditafsirkan menurut gagasan bahwa seberkas sinar adalah aliran

paket-paket energi butiran yang disebut foton. Masing-masing partikel memiliki energi karakteristik yang dihubungkan dengan frekuensi sinar. Sinar dengan frekuensi tertentu dikaitkan dengan foton-foton, yang masing-masing memiliki kuantitas energi yang terpastikan. Kuantitas energi yang dimiliki foton inilah yang menetapkan apakah suatu molekul tertentu akan menyerap atau meneruskan sinar dengan panjang gelombang padanannya (Day, 2002).

Menurut R. A. Day, Jr. (2002) pelemahan sinar tampak meningkatkan energi elektronik sebuah molekul. Artinya, energi yang disumbangkan oleh foton-foton memungkinkan elektron-elektron itu mengatasi kekangan inti dan pindah ke orbital baru yang lebih tinggi energinya. Efek vibrasi dan rotasi berimpit dengan perubahan elektron, namun daerah dimana terdapat absorpsi ditentukan oleh tingkat-tingkat energi elektron molekul itu. Perubahan vibrasi dan rotasi menimbulkan struktur halus ke dalam spektrum, sehingga absorpsi melibatkan seberkas panjang gelombang bukannya satu garis tunggal. Garis-garis individu membentuk suatu pita yang biasanya tidak dapat dipisahkan pada kondisi eksperimen dan spektrum absorpsi sinar tampak umumnya terdiri dari puncak-puncak yang memperagakan lengkungan yang lancar.

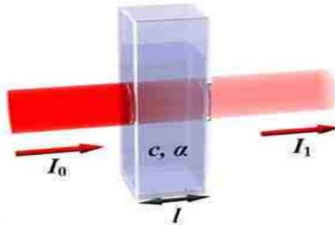


Copyright © Addison Wesley

Gambar 2.7 Metode pelemahan intensitas spektrum
(http://www.daviddarling.info/encyclopedia/A/absorption_spektrum.html)

2.6 Hukum Lambert-Berr

Menurut ED Metcalfe (1991) banyaknya sinar yang diserap pada atom sel akan bergantung pada konsentrasi atom dalam sel. Jika sinar yang datang jatuh pada atom sel mempunyai intensitas I_0 dan sinar transmisi mencapai detektor adalah I_1 maka akan terjadi penyerapan sinar pada atom, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Absorpsi cahaya pada sampel
(<http://wanibesak.wordpress.com>)

Menurut Bazanos Panteleimon (2010) serapan oleh suatu larutan terhadap gelombang sinar (foton) akan mengikuti hukum Lambert-Berr berikut.

$$\log \frac{I_0}{I_1} = \epsilon cd \quad (2.2)$$

Dimana I_0 adalah intensitas awal dan I_1 adalah intensitas setelah melalui larutan sejauh jarak d , c adalah konsentrasi molar larutan, dan ϵ adalah koefisien serapan molar ($M^{-1}cm^{-1}$). Spektrofotometer akan mengukur intensitas sinar melewati sampel (I_1), dan membandingkan ke intensitas sinar sebelum melewati sampel (I_0).

Dalam bentuk yang tepat pada perumusan di atas, dapat diperoleh dengan mendefinisikan absorbansi A sebagai berikut.

$$\log \frac{I_0}{I_1} = A \quad (2.3)$$

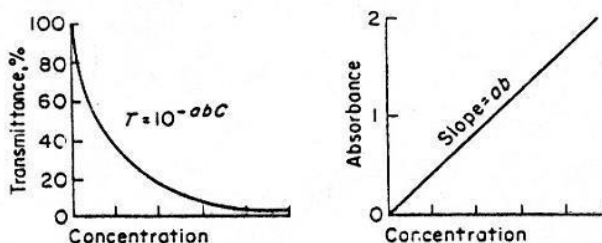
Dimana

$$A = \epsilon cd \quad (2.4)$$

Maka dapat diprediksikan bahwa nilai A dan I_1 akan berubah tergantung pada nilai dari konsentrasi larutannya.

2.7 Metode penentuan konsentrasi larutan uji

Pada persamaan hukum absorbansi ditunjukkan bahwa besarnya absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi atom-atom pada tingkat tenaga dasar dalam medium nyala. Banyaknya konsentrasi atom-atom dalam nyala tersebut sebanding dengan konsentrasi unsur dalam larutan cuplikan. Hasil hubungan serapan dan konsentrasi unsur dalam larutan standar diperoleh kurva kalibrasi. Dengan menempatkan absorbansi dari suatu cuplikan pada kurva standar akan diperoleh konsentrasi dalam larutan cuplikan. Dalam metode ini dibuat suatu seri larutan standar dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut diukur dengan AAS. Langkah selanjutnya adalah membuat grafik antara konsentrasi (c) dengan absorbansi (A) yang merupakan garis lurus yang melewati titik nol dengan $slope = \epsilon b$ atau $= a.b$. Konsentrasi larutan sampel dapat dicari setelah absorbansi larutan sampel diukur dan diinterpolasi ke dalam kurva kalibrasi atau dimasukkan ke dalam persamaan garis lurus yang diperoleh dengan menggunakan program regresi linear pada kurva kalibrasi (Harini, 2012).



Gambar 2.9 Kurva hubungan transmisi-konsentrasi dan absorbansi-konsentrasi (<http://www.chem-is-try.org>)

Menurut Basavaiah (2011) korelasi linier terdiri dari kurva standar antara absorbansi dan konsentrasi. Pembuatan kurva standar dipengaruhi oleh variasi konsentrasi larutan yang ditentukan. Kurva standar digambarkan dengan perumusan sebagai berikut.

$$y = ax + b \quad (2.5)$$

Dimana, y adalah absorbansi (pelemahan), a adalah *slope*, b adalah *intercept* dan x adalah konsentrasi larutan.

Pada Gambar 2.9 kurva absorbansi jauh lebih berguna daripada kurva intensitas transmisi, karena kurva absorbansi

terhubung secara linier terhadap nilai konsentrasi. Interpolasi garis lurus lebih memiliki nilai *error* yang sedikit daripada interpolasi garis lengkung, sehingga kurva hubungan *A* (*absorbance*) dan *c* (*concentration*) dapat digunakan sebagai kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi dapat dibentuk dengan menentukan *A* untuk beberapa konsentrasi yang ditentukan (Metcalf, 1991).

Menurut penelitian Agus Sufriansyah, Gusrizal dan Adhityawarman (2006) metode analisis yang lazim digunakan dalam analisis suatu unsur secara kuantitatif dalam pengukuran spektrofotometri pada umumnya menggunakan teknik kurva kalibrasi. Tetapi pada metode ini terdapat kelemahan yang disebabkan adanya matrik dalam sampel tersebut sedangkan pada larutan standar tidak adanya matrik, sehingga diperlukan metode lain yang diharapkan dapat meminimalisir pengaruh dari kondisi tersebut.

2.8 Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Timbal (Pb) adalah unsur logam mikro non-esensial dan merupakan logam yang berbahaya, karena dalam jumlah yang relatif kecil dapat mengakibatkan kematian. Karena sifat logam yang akumulatif, maka logam berbahaya tersebut tertimbun dalam jumlah yang besar sehingga akan mengakibatkan terpaparnya hewan oleh logam dalam lingkungan yang tercemar. Demikian juga adanya interaksi antara logam berbahaya dengan logam esensial. Akibat dari pengaruh interaksi tersebut menyebabkan terjadinya hambatan absorpsi atau penurunan fungsi dari logam esensial yang kebanyakan dapat mengakibatkan gangguan metabolisme logam esensial tersebut (Arifin, 2006).

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang memiliki tingkat toksisitas tinggi. Sumber utama timbal yang masuk ke lingkungan berasal dari limbah industri seperti industri baterai, industri bahan bakar, pengecoran maupun pemurnian dan industri kimia lainnya. Polutan logam berat tersebut dapat menimbulkan resiko yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup apabila dibuang langsung ke lingkungan. Disamping itu, penyebaran logam berat tersebut dapat dipengaruhi oleh siklus alamiah di alam seperti rantai makanan dan daur alami (Safrianti, dkk., 2012). Larutan Timbal(II) nitrat memiliki rumus kimia $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Timbal(II) nitrat umumnya

merupakan kristal yang tidak berwarna atau berbentuk bubuk putih, dibandingkan dengan garam timbal yang lain maka gram timbal ini sangat mudah larut dalam air. Timbal(II) nitrat sangat bersifat racun terhadap manusia dan merupakan oksidator. Larutan ini stabil di bawah kondisi penggunaan dan penyimpanan yang biasa, tetapi asap logam beracun dapat terbentuk ketika dipanaskan hingga terurai. Untuk timbal dan senyawa timbal anorganik, ketika dilepaskan ke tanah, bahan ini diperkirakan tidak akan larut ke air tanah. Bahan ini dapat ter-bioakumulasi sampai batas tertentu. Larutan ini memiliki tingkat kelarutan 50 gm pada 100 gm air, dengan ph larutan 3.0 - 4.0 (20% aq. solution), titik leleh 470C (878F) dan tidak berbau (Anonymous, 2006).

2.9 Interpretasi spektrum

Gambar spektrum dapat dianggap sebagai sinyal dua dimensi, gambar merupakan distribusi spasial nilai-nilai *luminance* atau warna, yang terakhir yang dijelaskan dalam RGB-nya (merah, hijau, biru) komponen. Agar diproses oleh perangkat komputasi numerik, nilai-nilai yang harus dikurangi menjadi urutan sampel diskrit, dan masing-masing sampel harus diwakili dengan menggunakan jumlah terbatas bit. Operasi ini disebut sampling. Dengan bantuan dari beberapa perangkat lunak pemrograman atau pengolahan gambar, grafik intensitas versus panjang gelombang akan diplot, yang dapat digunakan untuk menganalisis jejak gas dan konsentrasi (Seng, 2011).

Dalam Penelitian ini media pengolahan data digital yang digunakan adalah Image-J. Image-J adalah *software* gratis (*free-Software*) untuk pengolahan gambar digital berbasis Java yang dibuat oleh Wayne Rasband dari Research Services Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA. Penggunaan Image-J dalam analisis gambar digital telah digunakan secara luas dalam bidang kesehatan dan biologi. Image-J merupakan perangkat lunak yang dapat diunduh secara gratis. Perangkat lunak yang telah diunduh dapat dipasang ke komputer dengan menjalankan paket program tersebut (Candra Kurniawan, dkk., 2011).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya baik pembuatan Spektrometer DVD dengan kisi transmisi dan pembuatan larutan kalibrator $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Waktu penelitian mulai dari bulan Agustus 2014 sampai Maret 2015.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

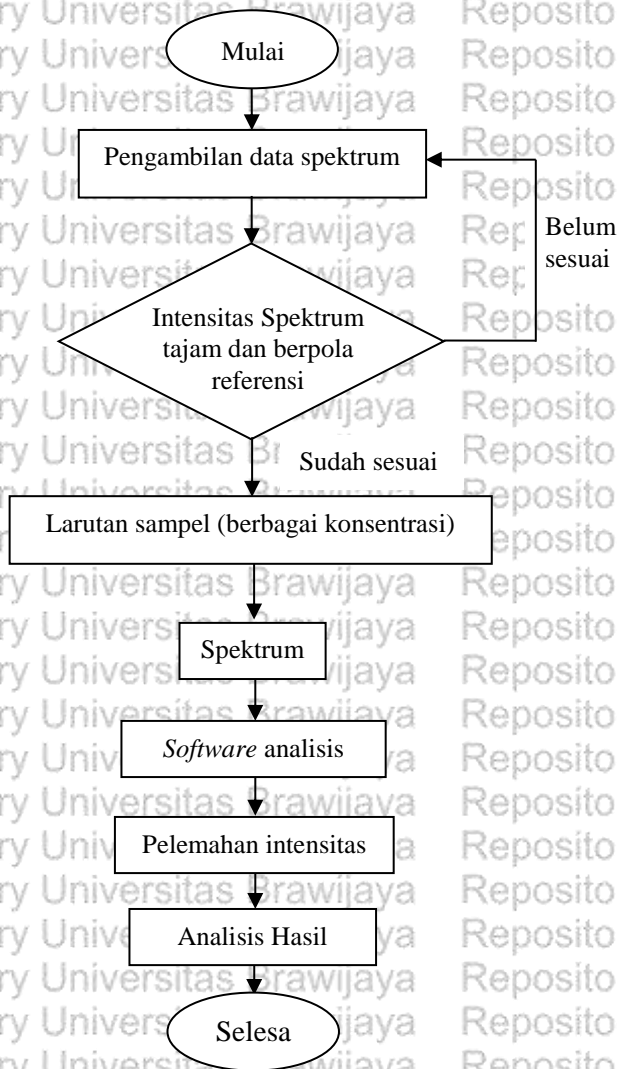
Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebuah desain dropbox, keping DVD, selotip hitam (perekat hitam), Penggaris (0.1×10^2 m), penggaris busur, 2 buah silet, webcam Epraizer 2 Mp, lampu TL 15 watt, 10 buah kuvet, 11 buah tabung reaksi, sebuah gelas beaker 100 ml, laptop dan *software* Image-J.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah H_2O sebanyak 50 ml sebagai pelarut dan serbuk timbal Nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sebanyak 10 gram sebagai terlarut. Larutan yang dibuat memiliki konsentrasi 0,1M, 0,2M, 0,3M, 0,4M, 0,5M, 0,6M, 0,7M, 0,8M, 0,9M dan 1M.

3.3 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, DVD Spektrometer dibuat menggunakan prinsip transmisi pada kisi dan analisis data spektrum pada larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ berdasarkan hukum Lambert-Beer. Berikut adalah diagram alir pengujian larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan Spektrometer DVD.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian DVD Spektrometer

Dalam tahapan pertama penelitian ini, pengambilan data spektrum dilakukan tanpa adanya sampel ataupun kuvet. Kemudian spektrum yang dihasilkan dibandingkan pola intensitasnya dengan spektrum referensi. Setelah pola intensitas sudah sesuai, dipilih intensitas spektrum yang paling tajam. Ketika spektrum tidak sesuai

dengan pola spektrum referensi, maka dilakukan pengambilan ulang dengan variasi jarak dan ketepatan sudut pada spektrometer DVD yang digunakan.

Pembuatan larutan sampel didasarkan pada pelarutan bahan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang berupa serbuk. Hal pertama yang dilakukan yaitu menentukan pelarut yang digunakan dan volume dari pelarut tersebut, pelarut yang digunakan adalah H_2O dengan volume 50 ml. Setelah itu menentukan massa serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ pada konsentrasi larutan 1M (molaritas). Larutan ini akan digunakan sebagai larutan utama yang kemudian akan diencerkan untuk variasi molaritas larutan yang ditentukan yaitu 0M, 0.1M, 0.2M, 0.3M, 0.4M, 0.5M, 0.6M, 0.7M, 0.8M, 0.9M dan 1M. Secara keseluruhan perhitungan penentuan konsentrasi larutan terdapat pada Lampiran 3.



Gambar 3.2 Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang diperoleh dalam tabung reaksi

Pengambilan citra atau Gambar dari spektrum kuvet (kondisi tanpa adanya larutan), kemudian mengambil citra spektrum dari larutan sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan variasi konsentrasi molaritas dari 0.1M sampai 1 M. Setelah didapatkan citra spektrum masing-masing larutan dilakukan analisis dengan menggunakan *software* Image-J, dengan menganalisis masing-masing grafik plot profil dari spektrum.

3.4 Metode Analisis

3.4.1 Interpretasi spektrum

Interpretasi spektrum dilakukan untuk memperoleh titik acuan dengan penyerapan paling maksimal. Dengan cara membandingkan spektrum kuvet (kondisi tanpa adanya larutan) dengan spektrum larutan sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1M. Kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan *software* image-J, untuk mendapatkan masing-masing

grafik plot profil dari kedua spektrum tersebut. Setelah itu kedua grafik dibandingkan untuk memperoleh gejala pelemahan intensitas.

3.4.2 Analisis pelemahan intensitas

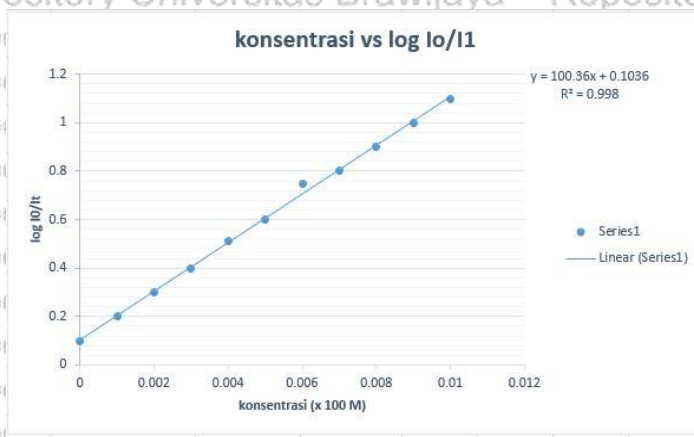
Dari data interpretasi spektrum dengan pelemahan paling maksimal, dilakukan analisis gejala pelemahan pada larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan variasi molaritas yang sudah ditentukan. Dengan membandingkan hubungan antara molaritas larutan dan nilai pelemahan akan diperoleh grafik linieritas pada larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Pelemahan intensitas yang terjadi mengikuti hukum Lambert-Beer pada persamaan 2.2.

$$\log \frac{I_0}{I_1} = \epsilon cd$$

Dimana ϵd adalah nilai yang dijadikan ketetapan maka,

$$y = \epsilon dx \quad (3.1)$$

Sehingga dengan hubungan konsentrasi dan pelemahan didapatkan grafik linieritas dengan $\log(I_0/I_1)$ sebagai sumbu y dan konsentrasi sebagai sumbu x, seperti pada Gambar berikut:



Gambar 3.3 Grafik linieritas hubungan antara $\log(I_0/I_1)$ dan Konsentrasi

3.4.3 Penentuan nilai koefisien absorbansi molar

Dari grafik linieritas didapatkan formulasi dari hubungan $\log(I_0/I_1)$ dan konsentrasi sesuai dengan persamaan 2.5 yaitu:

$$y = ax + b$$

Dengan nilai a merupakan gradien dari hubungan pelemahan dan konsentrasi. Dengan menggunakan formulasi Lambert-Beer dan formulasi dari hubungan $\log(I_0/I_1)$ dan konsentrasi, nilai dari absorbansi molar akan diperoleh dengan cara,

$$\log \left(\frac{I_0}{I_1} \right) = \varepsilon d c \quad (3.2)$$

$$\log \left(\frac{I_0}{I_1} \right) / c = \varepsilon d$$

$$a = \varepsilon d$$

maka diperoleh

$$\varepsilon = \frac{a}{d} \quad (3.3)$$

d adalah panjang kuvet, sehingga nilai absorbansi molar hanya dipengaruhi oleh nilai gradien dari grafik yang diperoleh.

3.4.4 Penentuan nilai konsentrasi larutan uji

Grafik linieritas juga dapat digunakan untuk menghitung nilai konsentrasi dari larutan uji. Dengan cara memasukkan nilai pelemahan larutan uji yang diperoleh pada hasil formulasi larutan yang sudah ditentukan konsentrasinya yaitu:

$$y = ax + b$$

y adalah nilai pelemahan $\log(I_0/I_1)$ dan x adalah nilai konsentrasi larutan, sehingga

$$x = \frac{y-b}{a} \quad (3.4)$$

kemudian hasil perhitungan ini akan dibandingkan dengan nilai konsentrasi larutan uji melalui eksperimen.

Halaman ini sengaja dikosongkan

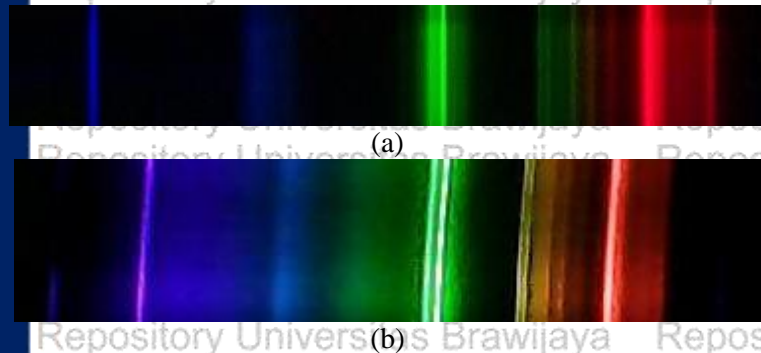
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Data Spektrum

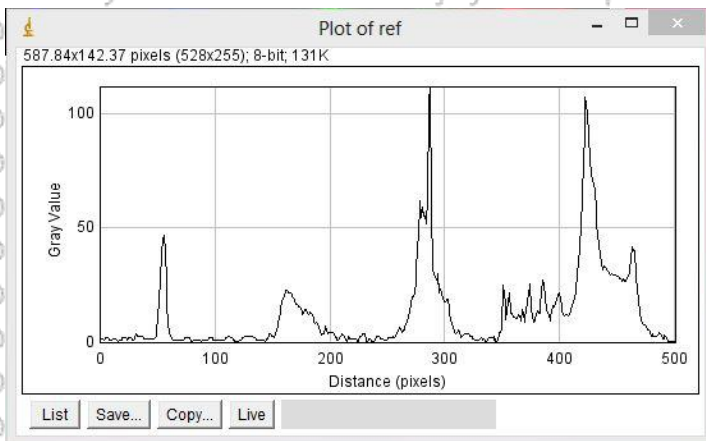
4.1.1 Hasil Spektrum

Berdasarkan hasil pengujian spektrometer DVD lampu TL terhadap larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ didapatkan hasil citra spektrum yang memiliki pola spektrum yang sesuai dengan pola referensi seperti pada Gambar 4.1

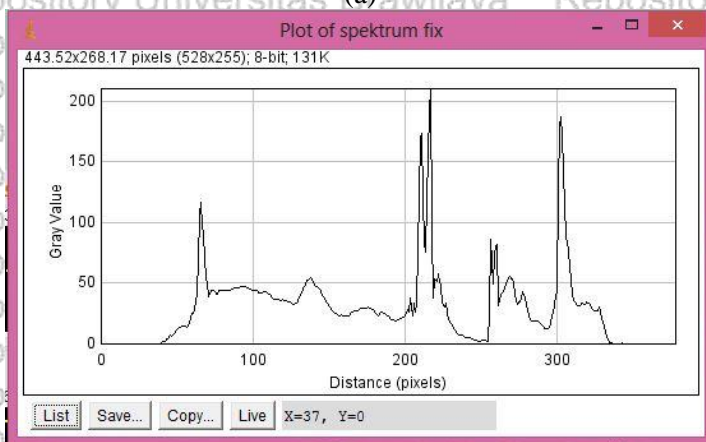


Gambar 4.1 (a) Pola spektrum referensi dan (b) Pola spektrum eksperimen

Gambar 4.1 menunjukkan pola spektrum yang hampir sesuai, dimana terdapat empat warna yang terlihat dominan yaitu merah, kuning, hijau dan biru. Perbedaan intensitas dan ragam warna antara kedua spektrum tersebut diakibatkan kisi yang dipakai berbeda. Kesesuaian pola spektrum dapat diperkuat dengan melihat perbandingan grafik profil kedua spektrum tersebut, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut ini.



(a)



(b)

Gambar 4.2 (a) Grafik profil spektrum referensi dan (b) Grafik profil spektrum eksperimen.

Pada Gambar 4.2 terlihat pola puncak yang dihasilkan hamper sesuai dengan intensitas tertinggi pada spektrum hijau. Intensitas pada spektrum eksperimen terlihat lebih tajam dari spektrum referensi, sehingga spektrum yang dihasilkan oleh spektrometer DVD bisa digunakan untuk analisis larutan sampel.



Hasil spektrum dengan sampel larutan uji menunjukkan pelemahan intensitas yang terus melemah berdasarkan semakin besarnya nilai konsentrasi, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3



(a)

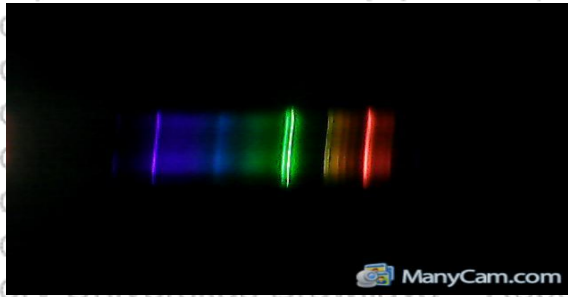


(b)

Gambar 4.3 (a) Pola spektrum konsentrasi 0M dan (b) Pola spektrum konsentrasi 1M

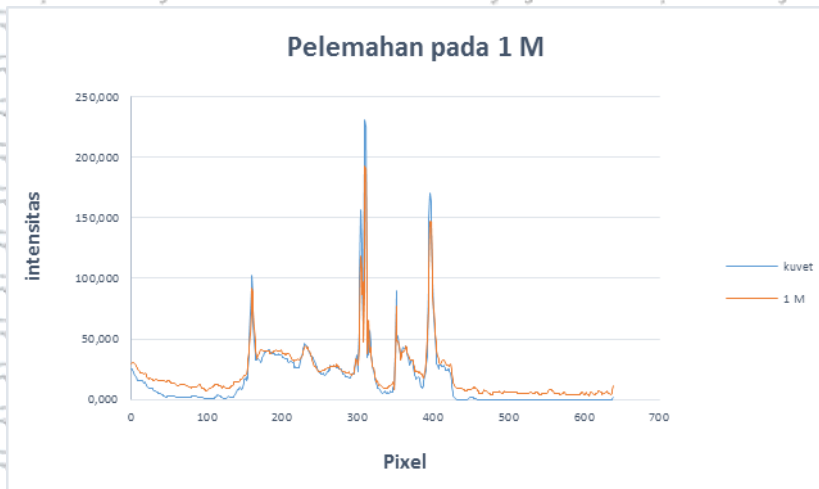
Pola spektrum pada konsentrasi 0M dan 1M dilihat sebagai pelemahan paling ekstrim untuk variasi konsentrasi yang ditentukan. Pola spektrum yang didapatkan dari variasi konsentrasi mulai 0M sampai 1M selengkapannya dapat dilihat pada Lampiran 1. Spektrum hasil eksperimen kemudian dianalisis menggunakan *software* ImageJ.

Selanjutnya dari data pola intensitas, dilakukan interpretasi spektrum pada titik pixel yang memiliki pelemahan paling maksimal. Perbandingan dilakukan pada spektrum kuvet dan konsentrasi paling tinggi yaitu 1M. Pengambilan Gambar spektrum kuvet dilakukan dengan melewati sinar pada wadah kuvet tanpa adanya larutan. Sehingga didapatkan citra spektrum seperti berikut ini.



Gambar 4.4 Spektrum hasil untuk kuvet

Pada hasil Gambar 4.4 dibandingkan dengan Gambar 4.3 (b). kemudian kedua citra diolah dengan *software* Image-J sehingga diperoleh grafik hubungan antara pixel dan intensitas *gray value* seperti Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Grafik hubungan profil antara kuvet dan 1M

Dari grafik tersebut dapat diketahui pelemahan paling maksimal dengan melihat selisih intensitas kedua spektrum. Dengan mengolah data kedua spektrum tersebut pada excel, akan diperoleh sebaran data yang lebih detail. Sehingga didapatkan titik pixel yang memiliki selisih intensitas paling maksimal. Kemudian dari titik pixel tersebut

UNIVERSITAS
BRAWIJAYAUNIVERSITAS
BRAWIJAYA

Repository Universitas Brawijaya

il spektrum pada grafik yang ditunjukkan p

gunakan data yang selanjutnya dijadikan acuan

Sehingga dari selisih intensitas paling maksimal dari spektrum kuvet dan 1M, dapat diasumsikan merupakan titik pelemahan maksimal dari spektrum yang terlemahkan untuk semua kondisi konsentrasi yang ditentukan.

Dari Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dapat dilihat pola intensitas spektrum yang sama dan terlemahkan secara jelas pada spektrum kuvet, konsentrasi 0M dan 1M. Setelah diolah menggunakan *software* Image-J didapatkan grafik plot profil. Dengan membandingkan kedua grafik plot profile yang diperoleh dapat dilihat dengan jelas pelemahan yang paling maksimal seperti pada Gambar 4.5. Kemudian didapatkan data kedua spektrum yang diolah pada excel. Titik pelemahan paling maksimal diperoleh pada *distance* pixel 309 dengan nilai selisih intensitas 113 dan nilai pelemahan sebesar 0,3587. Sehingga untuk spektrum dengan variasi konsentrasi yang lain digunakan *distance* pixel 309 sebagai titik acuan untuk menghitung nilai pelemahan $\log(I_0/I_t)$.

Dari titik acuan yang diterapkan pada spektrum masing-masing variasi konsentrasi, terdapat beberapa yang mengalami pergeseran titik pelemahan paling maksimal. Seperti pada spektrum variasi konsentrasi 0,9M, 0,5M, 0,3M, 0,2M dan 0,1M yang bergeser pada pixel 311 serta pada konsentrasi 0,4M yang bergeser pada pixel 312. Pergeseran ini diakibatkan oleh adanya pola puncak yang bergeser akibat indeks bisa yang berbeda pada setiap konsentrasinya dan kondisi alat yang masih belum stabil pada tempat sampelnya. Sehingga pergeseran ini dianggap penting dalam proses perhitungan pelemahan $\log(I_0/I_t)$, karena setiap pergeseran dari titik acuan ke titik pergeseran mengandung nilai intensitas yang tidak bisa diabaikan. Dengan asumsi demikian nilai intensitas yang dihitung merupakan nilai intensitas dari batas atas dan bawah setengah dari jangkauan pergeseran. Secara lengkap pergeseran yang terjadi ketika konsentrasi larutan divariasikan dapat dilihat pada Lampiran 2.

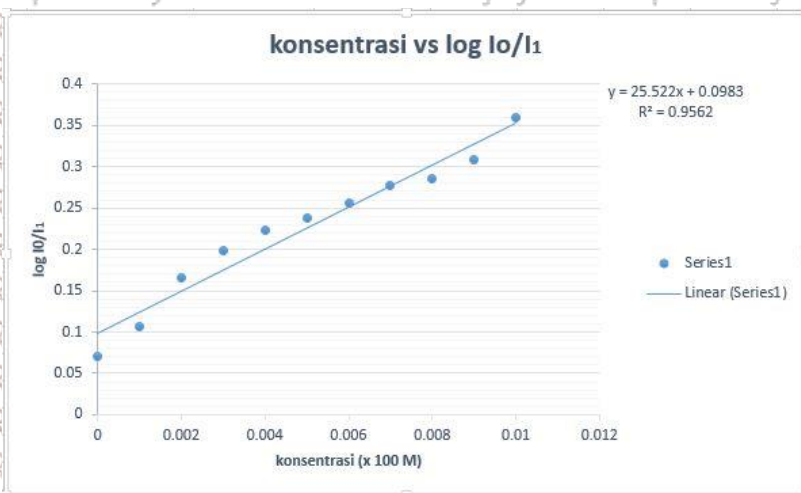
4.1.2 Data Pelemahan Intensitas Spektrum

Dari data hasil interpretasi spektrum untuk masing-masing variasi konsentrasi akan dianalisis nilai pelemahan $\log(I_0/I_1)$ pada titik acuan pixel 309. Sehingga didapatkan nilai pelemahan pada masing-masing konsentrasi seperti pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil nilai pelemahan $\log(I_0/I_1)$

C (x 10 ² M)	I ₀	I ₁	log I ₀ /I ₁
0	201.000	171.222	0.069636
0.001	201.000	157.556	0.105762
0.002	201.000	137.222	0.165772
0.003	201.000	127.444	0.197875
0.004	201.000	120.333	0.22281
0.005	201.000	116.222	0.237907
0.006	201.000	111.667	0.255272
0.007	201.000	106.333	0.276527
0.008	201.000	104.000	0.286163
0.009	201.000	98.778	0.308537
0.01	201.000	88.000	0.358713

Sesuai dengan persamaan 3.1, dari data Tabel 4.1 dapat diperoleh grafik hubungan antara nilai konsentrasi dan pelemahan $\log(I_0/I_1)$ seperti pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Grafik hubungan konsentrasi dan pelemahan $\log(I_0/I_1)$ pada larutan sampel

Dari grafik pada Gambar 4.7, didapatkan nilai regresi dan formula hubungan konsentrasi dengan pelemahan. Nilai regresi yang diperoleh yaitu 0,956, nilai ini didapatkan karena pada beberapa konsentrasi terjadi pergeseran pada titik pixel pelemahan yang maksimal. Pergeseran titik acuan pixel ini diakibatkan adanya beda indeks bisa pada masing-masing variasi konsentrasi yang mengakibatkan terjadinya pergeseran puncak. Sehingga dengan adanya pergeseran ini mengakibatkan ralat pada setiap variasi konsentrasi yang menyebabkan nilai regresi kurang dari 1. Sehingga formulasi yang diperoleh yaitu

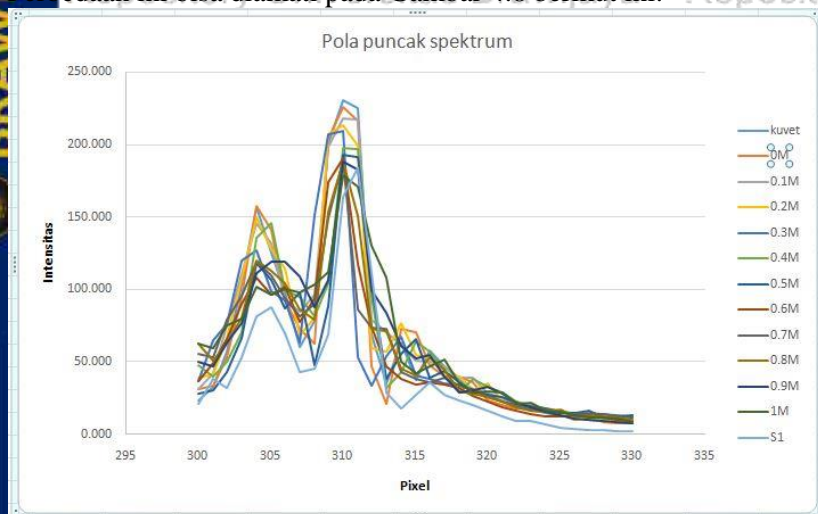
$$y = 25.52x + 0.098$$

Formulasi tersebut akan digunakan untuk mendapatkan nilai absorbansi molar dan nilai konsentrasi larutan uji.

Secara umum dalam penelitian ini diperoleh hubungan bahwa setiap kenaikan konsentrasi larutan sampel maka akan terjadi penurunan intensitas spektrum yang dilewatkan pada larutan sampel. Hal ini dapat ditunjukkan pada grafik hubungan intensitas dengan posisi pixel pada Gambar 4.6. Pada gambar tersebut terlihat bahwa terjadi penurunan disetiap kenaikan konsentrasinya. Ketika kondisi

ini terjadi, maka nilai pelemahan intensitas akan terjadi kenaikan pada setiap kenaikan nilai konsentrasinya.

Dari data hasil interpretasi spektrum untuk masing-masing variasi konsentrasi akan dianalisis nilai pelemahan $\log(I_0/I_1)$ pada titik acuan pixel 309. Didapatkan nilai pelemahan pada masing-masing konsentrasi, yang kemudian dari data tersebut diperoleh grafik hubungan antara nilai konsentrasi dan pelemahan $\log(I_0/I_1)$ seperti pada Gambar 4.7. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai pelemahan $\log(I_0/I_1)$ terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasinya, meski besar kenaikannya berbeda-beda. Perbedaan ini diakibatkan adanya perbedaan pola puncak yang menjadi acuan. Perbedaan ini bisa diamati pada Gambar 4.8 berikut ini.



Gambar 4.8 Pola puncak spektrum pada semua variasi konsentrasi

Pada Gambar 4.8 bisa dilihat bahwa semua variasi konsentrasi memiliki titik puncak yang sama pada titik pixel 309, tapi memiliki pola puncak yang berbeda-beda. Puncak tertinggi terdapat pada spektrum kuvet dan paling rendah terdapat pada spektrum larutan uji.

4.2 Hasil Nilai Koefisien Absorbansi Molar

Setelah didapatkan grafik linieritas dari hubungan konsentrasi dan pelemahan $\log(I_0/I_1)$, didapatkan formulasi yang bisa dihubungkan dengan hukum *Lambert-beer* seperti pada persamaan

3.3 pada metode penelitian. Sehingga didapatkan hubungan untuk menghitung nilai koefisien absorptansi molar sebagai berikut.

$$\varepsilon = \frac{a}{d}$$

$$\varepsilon = \frac{25.52}{1.25} \times 1000 = 20.417,6$$

Dari hasil perhitungan ini didapatkan nilai koefisien absorptansi molar 20.417,6 L.mol⁻¹.cm⁻¹. Nilai ini berikutnya akan dibandingkan dengan nilai referensi. Dengan membandingkan nilai penelitian dan nilai referensi diperoleh nilai persentase kesesuaian yang menunjukkan besarnya perbedaan nilai koefisien absorptansi molar referensi dan hasil penelitian yang dilakukan, persamaan yang digunakan sebagai berikut.

$$\% \text{kesesuaian} = \left| \frac{\varepsilon_{\text{referensi}}}{\varepsilon_{\text{hasil}}} \right| \times 100\%$$

Dari rumus tersebut dapat diperoleh nilai persentase kesesuaian dengan memasukkan nilai referensinya. Menurut penelitian I. Badea bahwa hukum Lambert-beer digunakan untuk Pb(NO₃)₂ dengan nilai korelasi yaitu $r = 0,9997$, koefisien absorptansi molar adalah 16.000 L.mol⁻¹.cm⁻¹. Dengan referensi tersebut diperoleh nilai persentase kesesuaian sebesar 78,36%.

Pada gejala pelemahan intensitas spektrum pada larutan, terjadi beberapa gejala antara interaksi sinar dan larutan. Gejala-gejala yang terjadi bisa meliputi absorptansi, transmisi, atenuasi, refleksi dan difraksi. Dari beberapa gejala fisika yang terjadi pada interaksi sinar dan larutan, gejala absorptansi yang menjadi pokok pengamatan pada penelitian ini. Terutama pada penentuan nilai koefisien absorptansi molar yang diperoleh dari penurunan persamaan hukum lambert-beer yang merupakan dasar dari hukum absorptansi.

Nilai koefisien absorptansi molar didapatkan dengan menghubungkan nilai *slope* atau *gradient* dari grafik linier yang diperoleh dari hubungan konsentrasi dan pelemahan $\log(I_0/I_1)$. hasil formulasi dari grafik bisa diterapkan karena nilai regresi linier yang diperoleh yaitu 0,956 hampir mendekati +1. Hal ini menunjukkan bahwa serapan yang terjadi sesuai dengan hukum lambert-beer yang menyatakan bahwa hubungan antara konsentrasi larutan dengan

pelemahan $\log(I_0/I_1)$ memiliki kecenderungan yang eksponensial. Sehingga diperoleh nilai koefisien molar sebesar $20.417,6 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$, dari penurunan persamaan 3.3.

Setelah didapatkan nilai koefisien absorptansi molar, hasil tersebut harus di bandingkan dengan nilai dari referensi penelitian yang sudah dilakukan. Nilai referensi diambil dari penelitian I. Badea yang memperoleh nilai koefisien absorptansi molar sebesar $16.000 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Kemudian nilai hasil penelitian dan hasil referensi dibandingkan untuk mendapatkan nilai persentase kesesuaian yang menunjukkan besarnya perbedaan nilai hasil penelitian dan hasil dari referensi. Dari hasil perhitungan didapatkan persentase kesesuaian sebesar 78,36%. Persentase kesesuaian nilai koefisien absorptansi molar cukup besar, hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor yang ada pada perlakuan dan alat yang digunakan. Salah satu faktor terdapat pada perbedaan perlakuan pada nilai referensi dan hasil penelitian. Pada referensi penelitian I. Badea memperoleh nilai regresi yang diperoleh lebih baik yaitu 0,9997 serta alat yang digunakan merupakan alat konvensional Jasco V 530 spektrometer yang sudah teruji keakuratan hasilnya. Selain itu, pada setiap variasi konsentrasi memiliki nilai error masing-masing pada nilai pelemahan $\log(I_0/I_1)$ akibat adanya pergeseran titik pelemahan maksimal, yang bisa mengakibatkan akumulasi nilai error pada grafik linieritas yang didapatkan. Serta adanya ruang kosong antara celah dengan larutan dan larutan dengan webcam, yang mempengaruhi pelemahan pada sinar yang dilewatkan. Pada ruang kosong mempunyai udara bebas yang bisa melemahkan cahaya yang dilewatkan pada larutan sampel. Sehingga dari beberapa faktor tersebut bisa mempengaruhi besarnya persentase kesesuaian yang terjadi pada suatu hasil analisis.

4.3 Hasil Nilai Konsentrasi Larutan Uji

Formulasi grafik linieritas juga dapat digunakan untuk menghitung nilai konsentrasi dari larutan uji. Sehingga didapatkan hubungan untuk menghitung nilai konsentrasi yang dicari sebagai berikut

$$y = 25.52x + 0.098$$

y adalah nilai pelemahan $\log(I_0/I_1)$, pelemahan yang dimasukkan adalah pelemahan dari larutan uji yang sudah diuji pada alat



spektrometer dan x adalah nilai konsentrasi larutan yang dicari nilainya, sehingga

$$x = \frac{0.46645 - 0.098}{25.52}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai konsentrasi larutan uji sebesar $0,0144 \times 10^2$ M. Kemudian dari nilai ini dibandingkan dengan nilai dari perhitungan eksperimen. Perhitungan eksperimen yang dipakai adalah sebagai berikut

$$M = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{V}$$

Dengan memasukkan serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sebesar 1,25 gram pada larutan baku $0,01 \times 10^2$ M. sehingga diperoleh nilai molaritas larutan dengan nilai $M_r = 331,21$ dan volume larutan baku 10 ml adalah $0,0137 \times 10^2$ M. Kemudian dari hasil perhitungan formulasi grafik dan perhitungan secara eksperimen dibandingkan untuk memperoleh nilai persentase kesesuaian. Persamaan yang digunakan sebagai berikut,

$$\% \text{kesesuaian} = \left| \frac{C_{\text{formulasi}}}{C_{\text{eksperimen}}} \right| \times 100\%$$

Dari persamaan tersebut dimasukkan nilai konsentrasi dari formulasi grafik dan konsentrasi dari perhitungan eksperimen, sehingga diperoleh nilai persentase kesesuaian sebesar 95,49%.

Penentuan konsentrasi larutan uji dilakukan untuk menguji formulasi yang didapatkan pada grafik linieritas. Dimana nilai konsentrasi larutan uji juga dapat menjadi pengujian terhadap keakuratan hasil dari nilai pelemahan $\log(I_0/I_t)$ yang didapatkan dari variasi konsentrasi larutan yang sudah ditentukan (larutan sampel). Sehingga dalam perhitungannya murni menggunakan formulasi yang didapatkan dari grafik linieritas. Seperti pada hasil perhitungan didapatkan nilai konsentrasi larutan uji yaitu $0,0144 \times 10^2$ M. Dengan nilai regresi yang masih belum mendekati 1 yaitu 0,956, hasil perhitungan ini masih belum teruji keakuratannya. Maka perlu dibandingkan dengan hasil perhitungan secara eksperimen. Secara eksperimen sebelum larutan diuji menggunakan DVD spektrometer, larutan dibuat dengan memasukkan serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sebesar 1,25

gram pada larutan baku $0,01 \times 10^2$ M. Dengan nilai $M_r = 331,21$ dan volume larutan baku 10 ml didapatkan konsentrasi larutan uji yaitu $0,0137 \times 10^2$ M. Dengan membandingkan kedua hasil tersebut, didapatkan nilai persentase kesesuaian sebesar 95,49%.

Persentase kesesuaian ini muncul akibat hasil nilai regresi grafik hubungan konsentrasi dan pelemahan $\log(I_0/I_t)$ masih belum bisa mendekati nilai 1. Selain itu adanya pergeseran titik pelemahan maksimal yang mengakibatkan hasil $\log(I_0/I_t)$ pada setiap variasi konsentrasi yang bergeser memiliki ralat masing-masing. Dapat disimpulkan bahwa hasil analisis dari larutan uji masih bisa dipakai acuan karena nilai ralat yang relatif kecil dan hasil grafik linieritas yang tergolong memiliki kecenderungan linier, sehingga masih bisa dipakai sebagai acuan analisis untuk larutan uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan variasi konsentrasi yang berbeda.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah tercantum pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan spektrometer DVD lampu TL dapat menghasilkan pola spektrum yang sesuai dengan referensi.
2. Diperoleh hubungan bahwa setiap kenaikan konsentrasi larutan sampel maka akan terjadi penurunan intensitas spektrum yang dilewatkan pada larutan sampel sesuai dengan hukum Lambert-Beer.
3. Didapatkan nilai koefisien absorbansi molar berdasarkan eksperimen yaitu $20.417,6 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ dengan nilai kesesuaian sebesar 78,36% terhadap nilai referensi.
4. Nilai pengujian konsentrasi larutan sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ diperoleh sebesar 1,44M dengan nilai kesesuaian dengan referensi sebesar 95,49%.

5.2 Saran

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan studi mengenai analisis pengujian konsentrasi larutan uji dengan menggunakan spektrometer DVD dengan komponen-komponen yang kurang baik dan akurat. Penelitian selanjutnya bisa dikembangkan dengan komponen yang lebih baik seperti penggunaan kamera dengan resolusi yang lebih tajam.





REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.ACID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA[illegible]

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2006. *MSDS (Material Safety Data Sheet)*. mallincord baker,inc:phillipsburg.[http://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/msds/exp10/Pb\(NO3\)2.pdf](http://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/msds/exp10/Pb(NO3)2.pdf). Tanggal akses: 30 Oktober 2014.
- Anonymous. 2012. *Karakteristik Dan Prinsip Kerja Lampu TL (Fluorescent Lamp)*. <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/karakteristik-dan-prinsip-kerja-lampu-tl-Fluorescent-lamp/>. Tanggal akses: 09 Juni 2012.
- Arifin, Z., Darmono, Safuan, A. dan Pratama, Rina. 2006. *Validasi Metode Analisis Logam Copper (Cu) dan Plumbum (Pb) dalam Jagung dengan Cara Spektrofotometer Serapan Atom*. Jakarta: Fakultas Farmasi Universitas Pancasila.
- Badea, I., Vladescu, Luminita and Cercasov, Cornelia. *Spectrophotometric Determination of Pb (II) With O-Hydroxy-Thiobenzmorpholide*. Romania: Department of Analytical Chemistry, Faculty of Chemistry, University of Bucharest.
- Basavaiah, Kanakapura and Zenita, Okram. 2011. *Spectrophotometric Determination of Famotidine Using Sulphonphthalein Dyes*. India: Department of Chemistry, University of Mysore, Manasagangotri.
- Boybul dan Iis Haryati. 2009. *Analisis Unsur Pengotor Fe, Cr, dan Ni dalam Larutan Uranil Nitrat Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom*. Yogyakarta:Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir-BATAN.
- Brown, Rob. 2007. *The Project STAR Spectrometer*. <http://www.starlab.com/psspectrometers.html>. Tanggal akses: 19 Juni 2015.
- Day, R.A.,Jr. dan Underwood, L.A. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Ke-6*. Jakarta: Erlangga.
- Harini, Bernadeta Wuri. 2012. *Aplikasi Metode Spektrofotometri Visibel Untuk Mengukur Kadar Curcuminoid Pada Rimpang Kunyit (Curcuma Domestica)*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma.

Kurniawan, Candra., Waluyo, Thomas Budi dan Sebayang, Perdamean. 2011. *Analisis Ukuran Partikel Menggunakan Free Software Image-J*. Serpong: Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia kawasan PUSPIPTEK.

Marsellina, R., Rohman, Riza T., dkk. 2013. *Karakterisasi Spektrum Sumber Sinar*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Metcalfe, ED. 1991. *Atomic absorption and emission spectroscopy*. singapore: John Willey and Sons Ltd.

Minarni, Saktioto dan Lestari, Gita. 2013. *Pengukuran Panjang Gelombang Sinar Laser Dioda Menggunakan Kisi Difraksi Refleksi dan Transmisi*. Riau: Laboratorium Fotonik, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Riau.

Panteleimon, Bazanos. 2010. *Construction of a simple spectroscope Application in Chemistry*. Chemist – Secondary education teacher: pbazanos@sch.gr.

Pelamonia, Learry D.C. 2013. *Spektrometri*. Jayapura: Politeknik kesehatan kemenkes jayapura.

Purnama, Agus. 2012. *Spektrum Sinar*. <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/spektrum-sinar/>. diakses 30 Oktober 2014 pukul 09:56

Rediansyah, H., Purwono B.S., Mustopa E.J., 2011. *Spektroskopi Sederhana Menggunakan Keping DVD*. Bandung. ISBN 978-602-19655-1-1.

Safrianti, Iin., Wahyuni, Nelly dan Zaharah, T.A. 2012. *Adsorpsi Timbal (II) oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh Ph dan Waktu Kontak*. Tanjungpura: Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura.

Seng, Kong Man. 2011. *Trace Gas Measurement Using A Web Cam Spektrometer*. Hongkong: City University Of Hong Kong Department Of Physics And Materials Science.

Supliyadi, Khumaedi dan Sutikno. 2010. *Percobaan Kisi Difraksi dengan Menggunakan Keping DVD dan VCD*. Semarang: Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.



- Supriono. 2009. *Memperpanjang Kecerahan Sinar Lampu TL (Fluorescent) Dengan Menggunakan Metode Penyalaan Switching*. Mataram: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Suriansyah, Agung, Gusrizal, Adhityawarman. 2006. *Perbandingan Metoda kurva kalibrasi dan metoda adisi sampel pada pengukuran merkuri dalam air yang memiliki kandungan senyawa organik tinggi menggunakan spectrophotometer serapan atom*. Tanjungpura: Program studi Kimia Universitas Tanjungpura.



REPOSITORY.UB.AC.ID

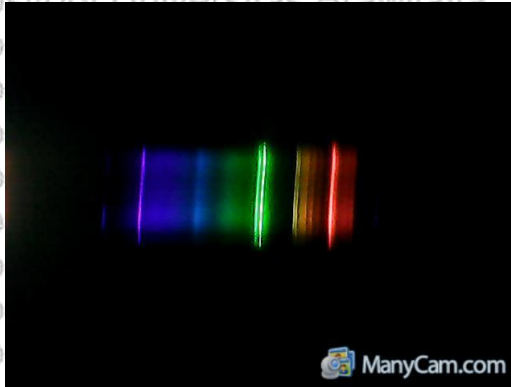
UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.ACID

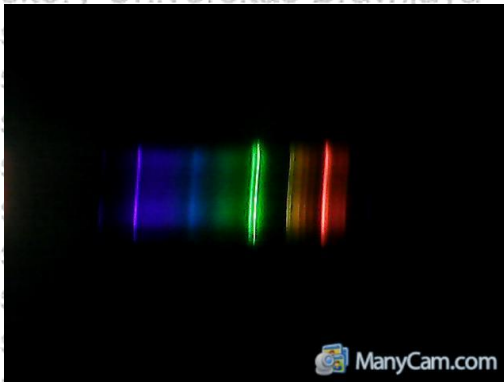
UNIVERSITAS
BRAWIJAYA[illegible]

LAMPIRAN

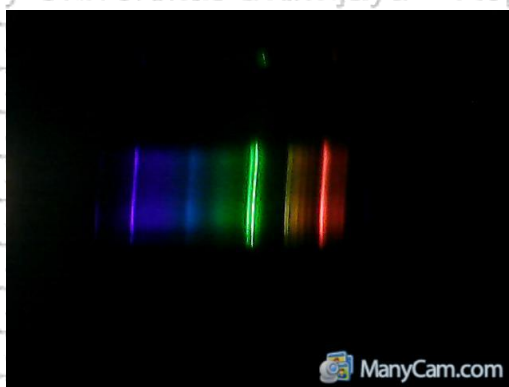
Lampiran 1. Spektrum Hasil Penelitian untuk Masing-masing Variasi Konsentrasi



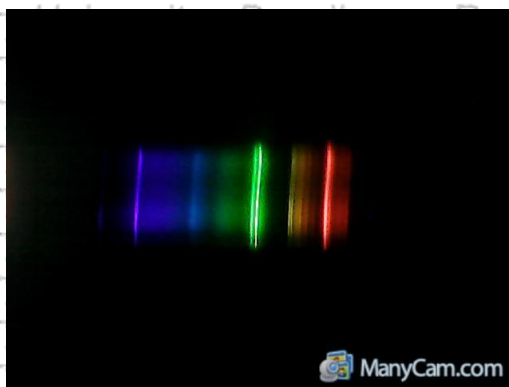
Gambar pola spektrum eksperimen



Gambar pola spektrum kuvet



Gambar pola spektrum blank



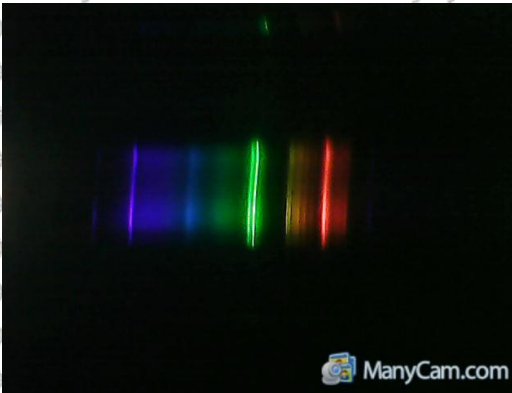
Gambar pola spektrum 0,1M



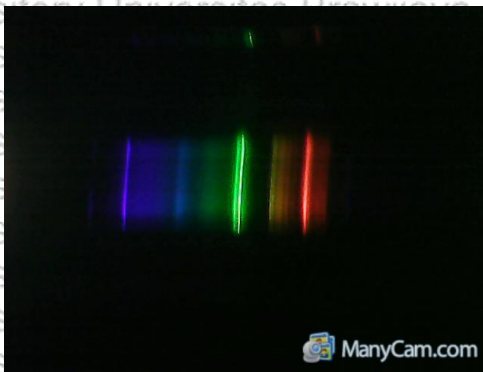
Gambar pola spektrum 0,2M



Gambar pola spektrum 0,3M



Gambar pola spektrum 0,4M



Gambar pola spektrum 0,5M



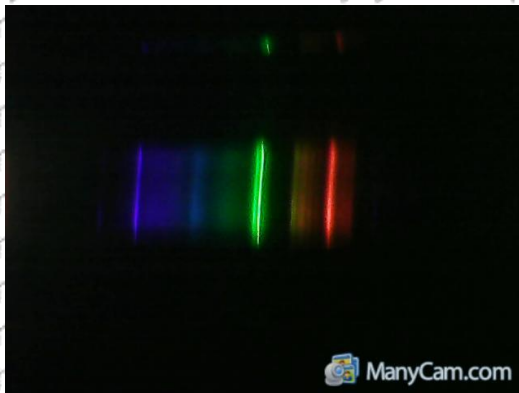
REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

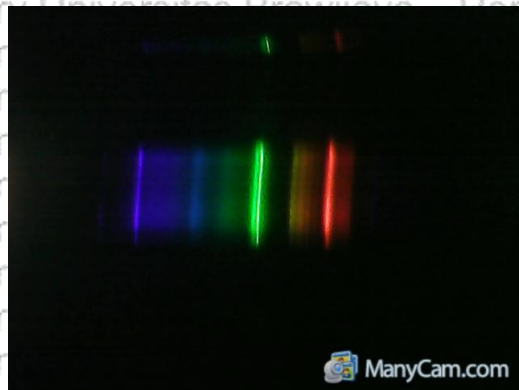


REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA



Gambar pola spektrum 0,6M



Gambar pola spektrum 0,7M



REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

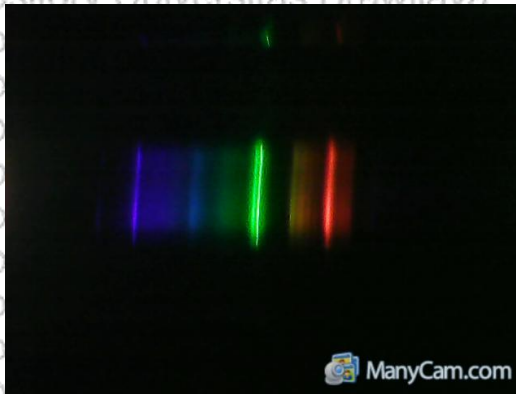


REPOSITORY.UB.AC.ID

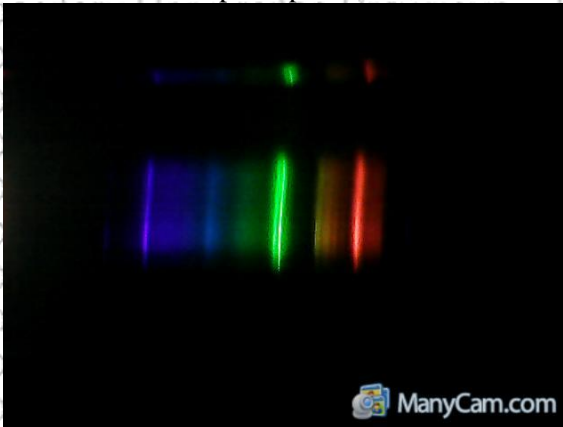
UNIVERSITAS
BRAWIJAYA



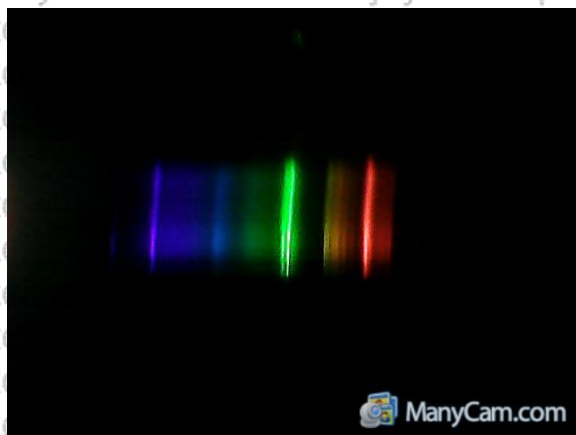
50



Gambar pola spektrum 0,8M



Gambar pola spektrum 0,9M



Gambar pola spektrum 1M

Lampiran 2. Tabel pergeseran titik pelemahan maksimal pada variasi Konsentrasi

Tabel pergeseran titik pelemahan maksimal pada konsentrasi 0,1M

No.	Pixel	Io	It	selisih	rata-rata	log(Io/It)
1	307	60.000	68.000	-8.000		
2	308	78.333	80.667	-2.333		
3	309	201.000	207.000	-6.000		
4	310	231.000	213.667	17.333		
5	311	225.667	199.333	26.333	157.556	0.105762
6	312	68.333	59.667	8.667		
7	313	35.000	57.333	-22.333		
8	314	63.000	76.667	-13.667		

Tabel pergeseran titik pelemahan maksimal pada konsentrasi 0,2M

No.	pixel	Io	It	selisih	rata-rata	log(Io/It)
1	307	60.000	86.333	-26.333		
2	308	78.333	79.000	-0.667		
3	309	201.000	154.000	47.000		
4	310	231.000	188.333	42.667		
5	311	225.667	150.667	75.000	137.222	0.165772
6	312	68.333	72.667	-4.333		
7	313	35.000	71.333	-36.333		
8	314	63.000	45.000	18.000		

Tabel pergeseran titik pelemahan maksimal pada konsentrasi 0,3M

No	pixel	Io	It	selisih	rata-rata	log(Io/It)
1	307	60.000	77.667	-17.667		
2	308	78.333	93.667	-15.333		
3	309	201.000	173.667	27.333		
4	310	231.000	190.333	40.667		
5	311	225.667	117.667	108.000	127.444	0.197875
6	312	68.333	74.333	-6.000		
7	313	35.000	47.000	-12.000		
8	314	63.000	38.333	24.667		

Tabel pergeseran titik pelemahan maksimal pada konsentrasi 0,4M

No.	pixel	Io	It	selisih	rata-rata	log(Io/It)
1	307	60.000	72.333	-12.333		
2	308	78.333	62.000	16.333		
3	309	201.000	204.000	-3.000		
4	310	231.000	225.667	5.333		
5	311	225.667	216.333	9.333		
6	312	68.333	46.333	22.000	120.333	0.22281
7	313	35.000	41.000	-6.000		
8	314	63.000	72.333	-9.333		

Tabel pergeseran titik pelemahan maksimal pada konsentrasi 0,5M

No.	pixel	Io	It	selisih	rata-rata	log(Io/It)
1	307	60.000	81.333	-21.333		
2	308	78.333	89.667	-11.333		
3	309	201.000	148.667	52.333		
4	310	231.000	189.000	42.000		
5	311	225.667	86.000	139.667	116.222	0.237907
6	312	68.333	73.667	-5.333		
7	313	35.000	73.000	-38.000		
8	314	63.000	42.667	20.333		

Tabel pergeseran titik pelemahan maksimal pada konsentrasi 0,9M

No.	pixel	Io	It	selisih	rata-rata	log(Io/It)
1	307	60.000	63.667	-3.667		
2	308	78.333	151.333	-73.000		
3	309	201.000	207.667	-6.667		
4	310	231.000	209.667	21.333		
5	311	225.667	53.333	172.333	98.778	0.308537
6	312	68.333	33.333	35.000		
7	313	35.000	53.667	-18.667		
8	314	63.000	67.333	-4.333		



Lampiran 3. Perhitungan konsentrasi (molar) pada variasi larutan sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

- Larutan baku 1M

Larutan baku dibuat dari serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang dilarutkan dengan aquades. Larutan baku yang dibuat memiliki molaritas 1M sebanyak 50 ml. Sehingga dicari berapa gram serbuk yang harus dilarutkan untuk membuat larutan 1M sebanyak 50 ml.

$$M = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{V}$$

$$g = M \times Mr \times \frac{V}{1000}$$

$$= 1 \times 331,21 \times \frac{50\text{ml}}{1000}$$

$$g = 16,56 \text{ gram}$$

- Larutan sampel 0,1M – 0,9M

Larutan sampel dibuat dari larutan baku 1M yang diencerkan dengan volume larutan sebagai berikut

Larutan sampel 0,1M sebanyak 10ml

$$M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$$

$$1 \cdot V1 = 0,1 \cdot 10\text{ml}$$

$$V1 = \frac{0,1 \cdot 10\text{ml}}{1} = 1\text{ml}$$

Sehingga untuk membuat larutan sampel 0,1M dengan mengencerkan larutan baku 1M sebanyak 1ml. Pengenceran dilakukan dengan menambahkan aquades sampai larutan mencapai volume 10ml.

Larutan sampel 0,2M sebanyak 10ml

$$1 \cdot V1 = 0,2 \cdot 10\text{ml}$$

$$V1 = \frac{0,2 \cdot 10\text{ml}}{1} = 2\text{ml}$$

Larutan sampel 0,3M sebanyak 10ml

$$1 \cdot V1 = 0,3 \cdot 10\text{ml}$$

$$V_1 = \frac{0,3 \cdot 10ml}{1} = 3ml$$

Larutan sampel 0,4M sebanyak 10ml

$$1 \cdot V_1 = 0,4 \cdot 10ml$$

$$V_1 = \frac{0,4 \cdot 10ml}{1} = 4ml$$

Larutan sampel 0,5M sebanyak 10ml

$$1 \cdot V_1 = 0,5 \cdot 10ml$$

$$V_1 = \frac{0,5 \cdot 10ml}{1} = 5ml$$

Larutan sampel 0,6M sebanyak 10ml

$$1 \cdot V_1 = 0,6 \cdot 10ml$$

$$V_1 = \frac{0,6 \cdot 10ml}{1} = 6ml$$

Larutan sampel 0,7M sebanyak 10ml

$$1 \cdot V_1 = 0,7 \cdot 10ml$$

$$V_1 = \frac{0,7 \cdot 10ml}{1} = 7ml$$

Larutan sampel 0,8M sebanyak 10ml

$$1 \cdot V_1 = 0,8 \cdot 10ml$$

$$V_1 = \frac{0,8 \cdot 10ml}{1} = 8ml$$

Larutan sampel 0,9M sebanyak 10ml

$$1 \cdot V_1 = 0,9 \cdot 10ml$$

$$V_1 = \frac{0,9 \cdot 10ml}{1} = 9ml$$



Lampiran 3. Perhitungan nilai koefisien absorbansi molar dan konsentrasi larutan uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

a. Nilai koefisien absorbansi molar

$$\epsilon = \frac{a}{d}$$

$$\epsilon = \frac{25,52}{1,25} \times 1000 = 20.417,6 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$$

• % kesesuaian

$$\% \text{kesesuaian} = \left| \frac{\epsilon_{\text{referensi}}}{\epsilon_{\text{hasil}}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{16000}{20.417,6} \right| \times 100\%$$

$$= 78,36\%$$

b. Nilai konsentrasi larutan uji $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

• Perhitungan formulasi grafik

$$x = \frac{y - b}{a}$$

$$x = \frac{0.46645 - 0.098}{25.52}$$

$$x = 0,0144 \times 10^2 M$$

$$x = 1,44 M$$

• Perhitungan eksperimen

Larutan dibuat dengan melarutkan 1,25 gram serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ pada larutan sampel 1M

$$M = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{V}$$

$$M = \frac{1,25}{331,21} \times \frac{1000}{10}$$

$$M = 0,377 M$$

$$M = 1 + 0,377 M = 1,37 M$$

• % kesesuaian

$$\begin{aligned} \% \text{kesesuaian} &= \left| \frac{c_{\text{eksperimen}}}{c_{\text{formulasi}}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1,37}{1,44} \right| \times 100\% \\ &= 95,49 \% \end{aligned}$$